昆 虫 学 报 Acta Entomologica Sinica, August 2005, 48(4):582 - 587 ISSN 0454-6296

白蚁表皮碳氢化合物组分鉴定及分类学意义

张红兵[1],李小鹰[2],戴华国[1*],周秋君[2]

(1. 南京农业大学植物保护学院,南京 210095; 2. 无锡市白蚁防治所,江苏无锡 214002)

摘要:应用 GC-MS 分析表明,不同种类白蚁表皮碳氢化合物组成和含量均有差异。运用 UPGMA 聚合 R 分析的最小距离系数值绘制的系统树表明:圆唇凸额类白蚁——黄胸散白蚁 *Reticulitermes flaviceps*、双色散白蚁 *R. dichrous* 和 *R.* sp.1 之间;圆唇平额类白蚁——圆唇散白蚁 *R. labralis*、小头散白蚁 *R. microcephalus*、*R.* sp.2 和 *R.* sp.3 之间;尖唇类白蚁——海南异白蚁 *Heterotermes hainanensis*、拧黄异白蚁 *H. citrinus*、细颚异白蚁 *H. leptomandibularis*、尖唇异白蚁 *H. aculabialis* 和 *H.* sp. 4 之间的亲缘关系较近。3 类白蚁中,圆唇凸额类白蚁和圆唇平额类白蚁亲缘关系相近,而两者与尖唇类白蚁亲缘关系较远。实验结果表明,我国存在异白蚁属,它与散白蚁属主要区别在于其表皮缺乏以下数种碳氢化合物:正十七烷烃、正二十烷烃、正二十一烷烃、正二十二烷烃、正二十三烷烃、正二十四烷烃和正二十六烷烃等,却含有一种特殊化合物异喹啉。表皮碳氢化合物分析的结果与形态分类的结果有一定差异,形态分类被鉴定为双色散白蚁的 *R.* sp.1,被鉴定为小头散白蚁的 *R.* sp.2,被鉴定为圆唇散白蚁的 *R.* sp.3,被鉴定为尖唇散白蚁的 *H.* sp.4,根据表皮碳氢化合物分析的结果,*R.* sp.1、*R.* sp.3 和 *H.* sp.4 可能是其他种,而 *R.* sp.2 则可能是圆唇散白蚁的亚种或其他种。

关键词:白蚁;表皮碳氢化合物;GC-MS 分析;分类

中图分类号:Q965.9 **文献标识码**:A **文章编号**:0454-6296(2005)04-0582-06

Analysis of cuticular hydrocarbons of termites and its application in taxonomy

ZHANG Hong-Bing[1], LI Xiao-Ying[2], DAI Hua-Guo[1*], ZHOU Qiu-Jun[2] (1. College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Wuxi Administration Bureau of Termite Control, Wuxi, Jiangsu 214002, China)

Abstract: The analysis of the termite cuticular hydrocarbon of twelve samples of termites showed that there was discrepancy in the cuticular hydrocarbons components and quantity for different species. The dendrogram based on the value of the smallest distance coefficient gained by UPGMA cluster analysis indicated that: the relative relationship of *Reticulitermes flaviceps*, *R. dichrous* and *R.* sp.1, belonging to Frontotermes, is rather close; the relative relationship of *R. labralis*, *R. microcephalus*, *R.* sp.2 and *R.* sp.3, belonging to Planifrontotermes, is also rather close; the relative relationship of *Heterotermes hainanensis*, *H. citrinus*, *H. leptomandibularis*, *H. aculabialis* and *H.* sp.4, belonging to Heterotermes, is rather close as well. Among the three groups of termites, the relative relationship between Frontotermes and Planifrontotermes is closer; however, the relative relationship between these two and Heterotermes is rather distant. According to our experiments, there is *Heterotermes* in China. The main difference between *Heterotermes* and *Reticulitermes* is that *Heterotermes* lacks such hydrocarbons as heptadecane, eicosane, heneicosane, docosane, tricosane, tetracosane, hexacosane and so on, but has the isoquinoline. Besides, when classified according to the morphology, *R.* sp.1 was identified as *R. dichrous*, *R.* sp.2 as *R. microcephalus*, *R.* sp.3 as *R. labralis* and *H.* sp.4 as *H. aculabialis*. The experiment shows that there is difference in the classification based on cuticular hydrocarbons and that based on morphology for *R.* sp.1, *R.* sp.2, *R.* sp.3 and *H.* sp.4. *R.* sp.1, *R.* sp.3 and *H.* sp.4 should be identified as other species according to the results of analysis of cuticular hydrocarbons and *R.* sp.2 belongs to subspecies of *R. labralis* or other species.

Key words: Termite; cuticular hydrocarbons; GC-MS analysis; classification

---

基金项目:中国和加拿大合作"白蚁控制工程"项目中 IPM 研究子项目(F/V/S/04/034)

作者简介:张红兵,男,1978 年 8 月生,贵州遵义人,硕士研究生,E-mail:zhb1978819@yahoo.com.cn

* **通讯作者** Author for correspondence, E-mail:daihg@njau.edu.cn

收稿日期 Received:2004-08-18;**接受日期** Accepted:2004-10-18

白蚁是世界性重要害虫，在热带和亚热带地区，白蚁的危害尤为严重。我国 23 个省和直辖市，约分布有 400 多种白蚁。传统上白蚁分类主要采用形态学方法，即根据兵蚁和有翅成蚁的形态特征进行分类。但对于有些类群，其种间、种内的形态均有变异，因此，鉴别种类有一定的难度，故有探讨白蚁新分类方法的必要（戴华国等，2004）。

白蚁的成虫具有复眼，但组成复眼的小眼数目极少；而工蚁、兵蚁则缺少复眼。白蚁的巢穴很暗，难以用视觉识别同伴或外敌，因此主要通过触角根据对方表皮层中所含的碳氢化合物来进行识别（Howard，1993）。Blomquist 等（1979）和 Howard（1988）分别对古白蚁 *Zootermopsis* 的 1 个种及象白蚁 *Nasutitermes* 的 2 个种的表皮碳氢化合物组成进行了分析，发现这 3 个种之间，以及与新白蚁 *Neotermes exitiosus* 间有很明显的差异，因而提出表皮碳氢化合物可能是种间互相辨认的信号化合物。散白蚁广泛分布于北半球，在日本、北美和欧洲的类群极难根据形态特征进行分种。近年来，Haverty 等（1999）从 3 种北美散白蚁中分析出了 20 种以上不同的碳氢化合物组成成分。

本实验中，作者对分布在浙江省北部和江苏省几个地区白蚁表皮的碳氢化合物进行了分析，并将分析结果与《中国动物志》根据传统形态分类法获得的结果进行了比较，以探讨我国白蚁更为科学的分类方法。

1 材料和方法

1.1 供试白蚁

供试白蚁于 2003 年 6～10 月在 11 个地点采集，其基本情况见表 1。发现白蚁巢穴后将其掘开进行人工采集；将采集到的白蚁分别装入玻璃管中置于 －18℃冰箱中冷冻备用。

表 1 供试白蚁种类

Table 1 Termites collected for the experiments

种名（依据形态分类鉴定） Scientific name （based on morphology）	采集地点 Collection place
黄胸散白蚁 *Reticulitermes flaviceps*	浙江省湖州市道场山 Daochangshan，Huzhou，Zhejiang
双色散白蚁 *R. dichrous*	江苏省宜兴市龙背山森林公园 Forest Park of Longbeishan，Yixing，Jiangsu
R. sp.1	江苏省宜兴市龙背山森林公园 Forest Park of Longbeishan，Yixing，Jiangsu
小头散白蚁 *R. microcephalus*	江苏省南京市紫金山 Zijinshan，Nanjing，Jiangsu
圆唇散白蚁 *R. labralis*	江苏省盱眙市山洪水库区 Reservoir of Shanhong，Xuyi，Jiangsu
拧黄异白蚁 *Heterotermes citrinus*	江苏省泰州市泰山公园 Park of Taishan，Taizhou，Jiangsu
海南异白蚁 *H. hainanensis*	浙江省绍兴市里石门水库区 Reservoir of Lishimen，Shaoxing，Zhejiang
细颚异白蚁 *H. leptomandibularis*	浙江省诸暨市陈蔡水库区 Reservoir of Chencai，Zhuji，Zhejiang
尖唇异白蚁 *H. aculabialis*	浙江省湖州市古梅山庄 Mountain Manor of Gumei，Huzhou，Zhejiang
R. sp.2	江苏省盱眙市都梁山 Duliangshan，Xuyi，Jiangsu
R. sp.3	江苏省扬州市大明寺后山 Back Mountain of Damingsi，Yangzhou，Jiangsu
H. sp.4	江苏省扬州市吴道台宅院 House of Wudaotai，Yangzhou，Jiangsu

1.2 仪器和试剂

气相色谱仪和质谱仪分别采用美国 Hwelett-Packard 公司的 HP 5890 series Ⅲ和 HP 5972 series GC/MS；色谱柱为 HP-5MS，0.25 mm × 30 m；立体显微镜为日本 Nikon 公司生产的 Nikon codpix 995 型；正己烷为山东禹城化工厂分析纯试剂。

1.3 样品制备

各取成熟健壮工蚁 100 头，分别置于离心管中，加入 2 mL 正己烷提取 10 min；然后取上清液，用高纯 N_2 吹干；再加入 50 μL 正己烷，置于 －18℃冰箱中备用。

1.4 表皮碳氢化合物分析

色谱柱起始温度 80℃保持 1 min；程序升温 16℃/min 至 260℃，保持 20 min。载气为氦气（He），流速为 0.5 mL/min，气化室温度 250℃，电子俘获检测器（ECD）温度 280℃；进样量 2 μL。

采用 DPS 软件进行数据分析。根据各种白蚁表皮碳氢化合物的组分及相对含量，进行非加权对群成聚算术平均法（unweighted pair-group method using arithmetic averages，UPGMA）分析。

2 结果与分析

2.1 3 个类群的表皮碳氢化合物分析

白蚁表皮碳氢化合物的组分和含量见表 2，从表 2 中可以看出，表皮碳氢化合物成分有 29 种，主要为正烷烃、支链烷烃、烯烃和支链烯烃等。其中共有的成分有 5 种：正十二烷烃（保留时间 $T = 6.80$ min）、2，6，11-三甲基十二烷烃（$T = 7.20$ min）、正十四烷烃（$T = 7.80$ min）、正十八烷烃（$T = 11.40$ min）和正十九烯烃（$T = 14.09$ min）。

表皮碳氢化合物的测定结果经 UPGMA 分析后发现存在 3 个类群：圆唇凸额类群、圆唇平额类群和尖唇类群(对照形态分类学名称而定)。

2.1.1 圆唇凸额类群：属于此类群的有黄胸散白蚁、双色散白蚁和 *R*. sp.1。GC-MS 结果表明，这 3 种白蚁的表皮碳氢化合物组成及含量相似，它们独有的表皮碳氢化合物成分为 *X*2(T = 14.70 min)和正二十二烯烃(T = 16.01 min)；它们表皮碳氢化合物的主要组分为正十七烷烃(T = 9.38 min，含量 > 7%)，正二十二烷烃(T = 15.59 min，含量 > 15%)和正二十二烯烃(T = 16.01 min，含量 > 9%)，3 种主要组分的含量占表皮碳氢化合物总量的 30%以上。

这 3 种白蚁虽然具有相似的表皮碳氢化合物组成，但它们均具有类群自身特有的碳氢化合物成分。黄胸散白蚁独有的表皮碳氢化合物成分为正十五烯烃(T = 8.57 min，含量 1.06%)、正十六烷烃(T = 8.98 min，含量 5.18%)，特别是正十九烯烃含量丰富(T = 14.09，含量 7.40%)。双色散白蚁独有的表皮碳氢化合物为 9-辛基-十七烷烃(T = 19.90 min，含量 2.37%)。*R*. sp.1 缺少正十七烯烃(T = 10.05 min)、*X*5(T = 18.93 min)，且正二十二烷烃(T = 15.59 min)、正二十二烯烃(T = 16.01 min)的含量明显少于其他 2 种。

2.1.2 圆唇平额类群：属于此类群的主要有小头散白蚁、圆唇散白蚁以及两个未定名种 *R*. sp.2 和 *R*. sp.3。GC-MS 结果显示，这 4 种白蚁独有的表皮碳氢化合物成分为正二十烷烃(T = 14.61 min)、正二十六烷烃(T = 17.29 min)、1，13-十四碳二烯烃(T = 20.60 min)、3-甲基二十一烷烃(T = 25.31 min)；它们的表皮碳氢化合物主要组分均有正十七烷烃(T = 9.38 min，含量 > 10%)和 *X*6(T = 22.88 min，含量 > 7%)，2 个主要组分的含量占表皮碳氢化合物总量的 17%以上。

4 个种之间有差别的碳氢化合物为：小头散白蚁缺少正十四烷烃、正十五烯烃、正十七烯烃和正十八烷烃；*R*. sp.2 具有正二十一烷烃(T = 14.95 min，含量 0.92%)和 *X*5(T = 18.93 min，含量 2.50%)。

2.1.3 尖唇类群：该类群包括尖唇异白蚁、细颚异白蚁、海南异白蚁、拧黄异白蚁和 *H*. sp.4。GC-MS 分析发现该类群具有一种表皮化合物异喹啉(T = 6.56 min)。异喹啉不是碳氢化合物，但它在尖唇类白蚁中含量很大(占表皮化合物总含量的 50%以上)此外，与圆唇类散白蚁相比较，它们表皮中缺乏正十七烷烃、正二十烷烃、正二十一烷烃、正二十二烷烃、正二十三烷烃、正二十四烷烃及正二十六烷烃等碳氢化合物。

5 个种的碳氢化合物组成均有差异，但海南异白蚁独有的表皮碳氢化合物为 3-甲基十烷烃(T = 19.50 min，含量 1.51%)，缺乏正十五烯烃、正十七烯烃，且异喹啉含量(83.70%)极大；*H*. sp.4 独有的表皮碳氢化合物为 *X*8(T = 25.87 min，含量 2.65%)，且与拧黄异白蚁共有一种碳氢化合物为 *X*7(T = 23.53 min，含量分别为 2.88%和 2.33%)。

2.2 统计分析

以每种白蚁的表皮碳氢化合物组分及含量作为一个分类运算单位(operational taxonomic unit，OTU)，进行 UPGMA 分析。统计分析中，对原始数据不进行标准差标准化处理，没有的组分相对含量设为 0，相似系数采用 Jaccard 's coefficient。根据 UPGMA 聚合 R 分析的最小距离系数值绘制系统树(图 1)。

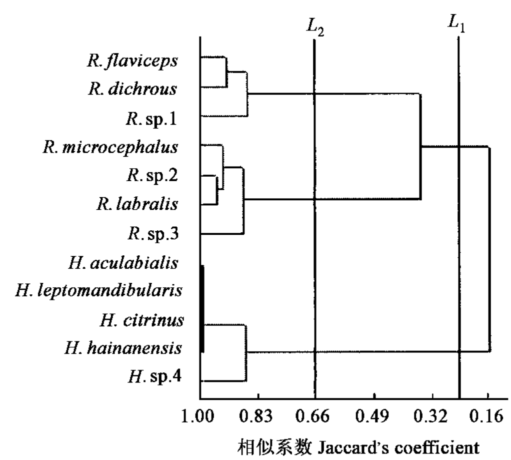


图 1 运用 UPGMA 对供试白蚁表皮碳氢化合物分析后建立的系统树

Fig. 1 A distance dendrogram of tested termites based on ratio data of hydrocarbon composition using the UPGMA cluster analysis

聚类分析后，需要确定一条分类等级划分线，一般以类群聚合的水平为纵坐标，聚合次序为横坐标，将全部聚合过程描绘成一条阶梯式折线，称之为聚类的结合线(图 2)。从结合线可以看出，类群的聚合在纵轴上的分布是不均匀的，从而构成系统分类的等级性。等级分界值取在结合线跳跃位置的中点(刘春迎和王莲英，1995)。由图 2 选择适当的飞跃点，它们的飞跃程度从大到小分别为 $L_1 = (0.130 + 0.512)/2 = 0.321$；$L_2 = (0.512 + 0.844)/2 = 0.678$。

将 L_1 和 L_2 标在系统树上(图 1)。从图 1 可以看出：(1) L_1 将 12 个 OTU 明显地分为 2 个类群，

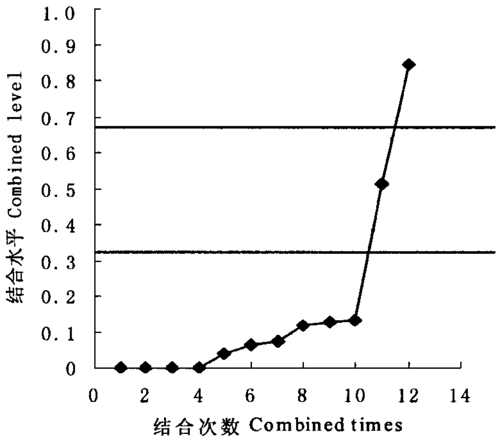


图 2　聚类结合线

Fig. 2　The combined-line of clustering

这 2 个类群距离较大，差异明显。在表皮碳氢化合物组分鉴定中相当于无异喹啉类群；(2) L_2将 12 个 OUT 分为 3 组，即Ⅰ组由黄胸散白蚁、双色散白蚁及 *R*. sp.1 组成；Ⅱ组由小头散白蚁、圆唇散白蚁、*R*. sp.2 和 *R*. sp.3 组成；Ⅲ组由海南异白蚁、拧黄异白蚁、尖唇异白蚁、细颚异白蚁及 *H*. sp.4 组成。

UPGMA 聚合 R 分析表明：(1) 黄胸散白蚁、双色散白蚁及 *R*. sp.1 亲缘关系相近，它们均为圆唇凸额类白蚁。*R*. sp.1 形态鉴定为双色散白蚁，但本实验发现它的表皮碳氢化合物组成和双色散白蚁有差异，系统树表明它与圆唇凸额类白蚁亲缘关系相近，因此可能为其他种。

(2) 圆唇散白蚁、小头散白蚁、*R*. sp.2 和 *R*. sp.3 亲缘关系相近，它们均为圆唇平额类白蚁。*R*. sp.2 形态鉴定为小头散白蚁，但本实验发现它与小头散白蚁有差异，系统树表明它与圆唇散白蚁亲缘关系相近，可能是圆唇散白蚁的一个亚种。*R*. sp.3 形态鉴定为圆唇散白蚁，本实验结果显示它与圆唇散白蚁有差异，系统树表明它属于圆唇平额类，可能是该类群的其他种。

(3) 海南异白蚁、拧黄异白蚁、细颚异白蚁、尖唇异白蚁和 *H*. sp.4 亲缘关系相近，它们均为尖唇类白蚁。*H*. sp.4 形态鉴定为尖唇异白蚁，但本实验结果表明它与尖唇异白蚁有差异，系统树表明它与其他 4 类尖唇类白蚁亲缘关系相近，可能是该类群的其他种。

(4) 由系统树可以看出，圆唇凸额类白蚁和圆唇平额类白蚁亲缘关系相近，但两者与尖唇类白蚁亲缘关系较远。

3　讨论

Howard (1993) 认为，昆虫表皮碳氢化合物的组成在种间是不同的，并且在种下阶元水平上也有变化，因此昆虫表皮的碳氢化合物分析可以作为一个分类标准进行昆虫的分类鉴定。高明媛(2001)认为，昆虫表皮碳氢化合物分析可用于近缘种及种下类群的研究。许多学者(Howard and Blomquist，1982；Howard，1993；Bagneres *et al*.，1990，1991；Haverty *et al*.，1991)也曾对白蚁的表皮碳氢化合物进行过研究，结果表明以表皮碳氢化合物作为分类特征对白蚁分种的鉴定有重要参考价值。本研究对分布在浙江省北部和江苏省一些地区的白蚁表皮碳氢化合物进行分析的结果也表明了这一点。实验结果表明，各地采集的同种白蚁，其表皮碳氢化合物组成有一定的稳定性。但正如高明媛(2001)指出的，同一种在环境食料条件、生理条件等存在差异的情况下，这一生化特征是否能保持相对的稳定？且近似种间是否都表现出稳定的显著差异？尚需进一步研究。尽管如此，作者还是认为，该方法可以作为形态和生物学分类，特别是近缘种及种下分类研究的重要辅助手段。

白蚁形态分类通常依据兵蚁头部和繁殖蚁的形态来进行，但鉴于兵蚁的形态会有许多变化，且有些种类缺乏兵蚁；此外，采用传统的形态分类方法，白蚁的种间变异尚能观察到，而种内变异就很难区分(戴华国等，2004)。台湾乳白蚁不同巢龄的兵蚁，在巢群发育的不同时期，其生物学特性有很大变化，经过 20 年发育的群体，其兵蚁头宽的增幅可达 1/4 强；此外，兵蚁前胸背板及触角等也会随群体的发育而逐渐增长。因此，当采到不同巢龄的白蚁时可能会因为其兵蚁的变化而误认为新种或其他种，从而产生同种异名现象(黄复生等，2000)。再者，由于不同种白蚁头部形态变化很小，常常容易产生错误判断，如本实验中，在形态分类时 *R*. sp.1 被认为是双色散白蚁，*R*. sp.2 被认为是小头散白蚁，*R*. sp.3 被认为是圆唇散白蚁，*H*. sp.4 被认为是尖唇散白蚁，但根据表皮碳氢化合物分析的结果，*R*. sp.1、*R*. sp.3 和 *H*. sp.4 可能是其他种，而 *R*. sp.2 则可能是圆唇散白蚁的亚种或其他种。因此，以表皮碳氢化合物组分和含量作为特征对白蚁进行分类有一定参考价值，可以作为白蚁种和种群的重要鉴定依据。

表 2 供试白蚁表皮碳氢化合物的组分和相对含量(%)

Table 2 Cuticular hydrocarbons identified and their relative amount (%) in tested termites

碳氢化合物 Hydrocarbons	保留时间 Reserve time (min)	黄胸散白蚁 *Reticulitermes flaviceps*	双色散白蚁 *R. dichrous*	*R.* sp.1	小头散白蚁 *R. microcephalus*	*R.* sp.2	圆唇散白蚁 *R. labralis*	*R.* sp.3	尖唇异白蚁 *Heterotermes aculabialis*	*H.* sp.4	细颚异白蚁 *H. leptomandibularis*	海南异白蚁 *H. hainanensis*	拧黄异白蚁 *H. citrinus*
异喹啉 Isoquinoline	6.56	–	–	–	–	–	–	–	45.64	8.08	38.13	83.70	50.31
正十二烷烃 n-dodecane	6.80	1.27	0.83	0.62	2.26	1.39	1.96	1.29	0.59	1.38	1.19	0.46	1.37
2,6,11-三甲基十二烷烃 2,6,11-trimethyl dodecane	7.20	0.72	0.58	0.65	0.62	1.74	1.09	0.52	0.57	0.96	1.02	0.61	0.99
正十四烷烃 n-tetradecane	7.80	0.97	0.71	0.57	–	1.25	1.44	0.52	0.83	1.61	1.26	0.51	1.38
正十五烯烃 1-pentadecene	8.57	1.06	–	–	–	1.01	1.26	0.88	–	1.08	0.91	–	1.25
正十六烷烃 n-hexadecane	8.98	5.18	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
正十七烷烃 n-heptadecane	9.38	6.89	8.13	7.22	11.22	11.27	17.90	15.22	–	–	–	–	–
正十七烯烃 1-heptadecene	10.05	1.01	0.51	–	–	1.08	1.31	1.02	2.32	1.00	1.07	–	1.22
正十八烷烃 n-octadecane	11.40	1.03	0.81	0.59	–	1.17	1.74	0.73	1.53	1.52	1.76	1.57	2.95
*X*1	12.21	1.06	0.59	0.68	1.07	1.53	1.08	1.39	–	–	–	–	–
正十九烯烃 1-nonadecene	14.09	7.40	0.64	0.79	0.80	1.46	1.44	1.53	0.53	1.48	1.34	–	1.89
正二十烷烃 n-eicosane	14.61	–	–	–	1.11	1.06	1.21	1.57	–	–	–	–	–
*X*2	14.70	3.15	3.28	1.66	–	–	–	–	–	–	–	–	–
正二十一烷烃 n-heneicosane	14.95	2.36	2.16	1.05	–	0.92	–	–	–	–	–	–	–
正二十二烷烃 n-docosane	15.59	15.19	20.04	6.52	1.62	0.78	0.85	0.86	–	–	–	–	–
正二十二烯烃 1-docosene	16.01	9.79	10.12	3.53	–	–	–	–	–	–	–	–	–
正二十三烷烃 n-tricosane	16.45	0.78	1.10	0.66	3.13	3.16	4.26	5.93	–	–	–	–	–
正二十四烷烃 n-tetracosane	16.79	2.13	3.10	1.54	2.65	3.66	2.67	3.53	–	–	–	–	–
*X*3	16.93	3.03	3.36	1.42	2.16	2.60	2.99	6.16	–	–	–	–	
正二十六烷烃 n-hexacosane	17.29	–	–	–	1.40	1.05	1.38	1.53	–	–	–	–	–
*X*4	18.54	1.61	4.43	2.65	2.16	1.13	2.53	1.89	–	–	–	–	–
*X*5	18.93	0.97	1.05	–	–	2.50	–	–	–	–	–	–	–
3-甲基-十烷烃 3-methyl-decane	19.50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.51	–
9-辛基-十七烷烃 9-octyl-heptadecane	19.90	–	2.37	–	0.92	0.55	0.77	1.41	–	–	–	–	–
1,13-十四碳二烯烃 (z,z)-1,13-tetradecadiene	20.60	–	–	–	3.71	2.50	3.54	3.99	–	–	–	–	–
*X*6	22.88	6.33	4.56	2.30	7.67	5.07	7.71	18.03	–	–	–	–	–
*X*7	23.53	–	–	–	–	–	–	–	–	2.88	–	–	2.33
3-甲基二十一烷烃 3-methyl-heneicosane	25.31	–	–	–	1.52	1.59	1.27	2.02	–	–	–	–	–
*X*8	25.87	–	–	–	–	–	–	–	–	2.65	–	–	–

长期以来，对于国内是否存在异白蚁颇多争议，我国学者历来有 2 种观点：一种观点认为散白蚁属和异白蚁属本来就是一属，并不存在异白蚁属；平正明等(1991)将异白蚁与圆唇隆额类白蚁和圆唇平额类白蚁作为 3 个亚属并入散白蚁属。国外一些学者也认为异白蚁属的分布局限于热带地区，而散白蚁属种类可分布至北半球较冷的地区(蔡邦华和黄复生，1983)。另一种观点则认为存在异白蚁属，它与散白蚁属的区别在于兵蚁上唇端的透明部分呈针尖形；而散白蚁的上唇为舌状(蔡邦华和黄复生，1983)。分析白蚁表皮碳氢化合物后发现，具有异白蚁特征(上唇透明部尖锐)的 5 个种海南异白蚁、拧黄异白蚁、细颚异白蚁、尖唇异白蚁和 *H*. sp.4，它们的表皮组成与散白蚁属相比，具有含量很多的异喹啉，且缺乏很多散白蚁属含有的碳氢化合物正十七烷烃、正二十烷烃、正二十一烷烃、正二十二烷烃、正二十三烷烃、正二十四烷烃和正二十六烷烃等(表 2)。系统树也表明，圆唇隆额亚属(黄胸散白蚁、双色散白蚁)和圆唇平额亚属(小头散白蚁、圆唇散白蚁)的白蚁亲缘关系很近，而异白蚁属则与之亲缘关系较远(图 1)。据此作者认为，我国应该有异白蚁属的分布。

本实验研究的白蚁种类较少，地域有限，尚需增加白蚁种类与各地区的样本作进一步探讨。在我国，白蚁表皮碳氢化合物分类研究刚刚起步，尚有许多工作需深入研究，其分类方法也需进一步完善，但作者认为在昆虫分类中应用该方法是有前途的。

致谢　中国科学院动物研究所黄复生研究员鉴定标本并对本项研究提出宝贵意见，特此致谢。

参 考 文 献 (References)

Bagneres AG, Clement JL, Blum MS, Severson RF, Joulie C, Lange C, 1990. Cuticular hydrocarbons and defensive compounds of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) and *R*. *santonensis* (Feytaud): polymorphism and chemotaxonomy. *J*. *Chem*. *Ecol*., 16: 3 213 – 3 244.

Bagneres AG, Killian A, Clement JC, Lange C, 1991. Interspecific recognition among termites of the genus *Reticulitermes*: evidence for a role for the cuticular hydrocarbons. *J*. *Chem*. *Ecol*., 17: 2 397 – 2 420.

Blomquist GJ, Howard RW, McDaniel CA, 1979. Structure of the cuticular hydrocarbons of the termite (*Zootermopsis angusticollis*). *Insect Biochem*., 9: 371 – 374.

Cai BH, Huang FS, 1983. A taxonomy of the subfamily Heterotermitinae. *Acta Entomologica Sinica*, 26(4): 431 – 436. [蔡邦华, 黄复生, 1983. 异白蚁亚科的系统. 昆虫学报, 26(4): 431 – 436]

Dai HG, Li XY, Zhang HB, 2004. The classification and diversity of termites. *Entomological Knowledge*, 41(1): 20 – 23. [戴华国, 李小鹰, 张红兵, 2004. 白蚁分类方法评价. 昆虫知识, 41(1): 20 – 23]

Gao MY, 2001. Application of cuticular hydrocarbon analysis to insect taxonomy. *Acta Entomologica Sinica*, 44(1): 119 – 122. [高明媛, 2001. 昆虫表皮中碳氢化合物在昆虫分类中的应用. 昆虫学报, 44(1): 119 – 122]

Haverty MI, Nelson LJ, Forschler BT, 1999. New cuticular hydrocarbon phenotypes of *Reticulitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) from the United States. *Sociobiology*, 34(1): 1 – 21.

Haverty MI, Nelson LJ, Page M, 1991. Preliminary investigations of the cuticular hydrocarbons from North American *Reticulitermes* and tropical and subtropical *Coptotermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) for chemotaxonomic studies. *Sociobiology*, 19(1): 51 – 76.

Howard RW, 1988. Cuticular hydrocarbons as chemotaxonomic characters for *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) and *N*. *ephratae* (Holmgren) (Isoptera: Termitidae). *Ann*. *Entomol*. *Soc*. *Am*., 81(3): 395 – 399.

Howard RW, 1993. Cuticular hydrocarbons and chemical communication. In: Stanley-Samuelson DW, Nelson DR eds. Insect Lipids: Chemistry, Biochemistry and Biology. Lincoln: University of Nebraska Press. 179 – 226.

Howard RW, Blomquist GJ, 1982. Chemical ecology and biochemistry of cuticular hydrocarbons. *Ann*. *Rev*. *Entomol*., 27: 149 – 172.

Huang FS, Zhu SM, Ping ZM, 2000. Fauna Sinica. Insecta. Isoptera. Vol. 17. Beijing: Science Press. 317 pp. [黄复生, 朱世模, 平正明, 2000. 中国动物志. 昆虫纲. 等翅目. 第十七卷. 北京: 科学出版社. 317 页]

Liu CY, Wang LY, 1995. The numerical classification of some cultivars of florist's chrysanthemum (Ⅰ). *Journal of Beijing Forestry University*, 17(2): 79 – 87. [刘春迎, 王莲英, 1995. 菊花品种的数量分类研究(Ⅰ). 北京林业大学学报, 17(2): 79 – 87]

Ping ZM, Xu CG, Gong C, 1991. Agriculture and Forestry Insect Fauna of Guizhou. Isoptera. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press. 147 – 316. [平正明, 徐春贵, 龚才, 1991. 贵州农林昆虫志. 等翅目. 贵阳: 贵州科技出版社. 147 – 316]

(责任编辑：黄玲巧)